

①

(19)日本国特許庁 (JP)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平7-198808

(43)公開日 平成7年(1995)8月1日

(51)Int.Cl.⁶

識別記号 庁内整理番号

F I

技術表示箇所

G 01 R 31/36

E

審査請求 未請求 請求項の数3 O L (全20頁)

(21)出願番号 特願平5-336774

(22)出願日 平成5年(1993)12月28日

(71)出願人 000005326

本田技研工業株式会社

東京都港区南青山二丁目1番1号

(72)発明者 石黒 一成

埼玉県和光市中央1丁目4番1号 株式会
社本田技術研究所内

(72)発明者 茅野 守男

埼玉県和光市中央1丁目4番1号 株式会
社本田技術研究所内

(74)代理人 弁理士 千葉 剛宏 (外1名)

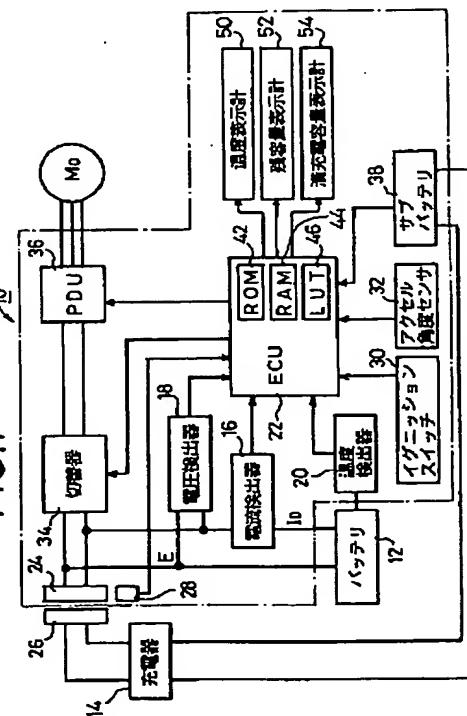
(54)【発明の名称】 電気自動車用バッテリの残容量表示装置

(57)【要約】

【目的】バッテリの残容量を高精度に表示し、且つ、前記バッテリの残容量をバッテリの満充電容量との関係で表示する電気自動車用バッテリの残容量表示装置を提供する。

【構成】バッテリ残容量表示装置10は、温度検出器20によって検出されたバッテリ温度Tが表示されるデジタル式のバーグラフからなる温度表示計50と、前記バッテリ温度Tに基づいて判定されたバッテリ12の満充電容量C_Fが前記バッテリ温度Tの表示に対応して表示されるデジタル式のバーグラフからなる満充電容量表示計54と、ECU22に演算されたバッテリ12の残容量が前記満充電容量C_Fの表示に対応して表示されるデジタル式のバーグラフからなる残容量表示計52とを備える。

FIG.1



【特許請求の範囲】

【請求項1】電気自動車用の走行用モータを駆動するバッテリの残容量を表示する残容量表示装置であって、前記バッテリの温度を検出するバッテリ温度検出手段と、前記バッテリ温度検出手段によって検出されたバッテリ温度が表示されるデジタル式のバーグラフからなるバッテリ温度表示手段と、前記バッテリ温度検出手段によって検出されたバッテリ温度に基づいて前記バッテリの満充電容量を判定する満充電容量判定手段と、前記満充電容量判定手段によって判定された前記バッテリの満充電容量が前記バッテリ温度の表示に対応して表示されるデジタル式のバーグラフからなる満充電容量表示手段と、電流検出手段によって検出された充電電流と電圧検出手段によって検出された充電時のバッテリ電圧に基づいて充電時のバッテリ残容量を演算し、且つ前記電流検出手段によって検出された放電電流と前記電圧検出手段によって検出された放電時のバッテリ電圧に基づいて放電時の前記バッテリ残容量を演算する残容量演算手段と、前記残容量演算手段から出力されたバッテリ残容量が前記満充電容量の表示に対応して表示されるデジタル式のバーグラフからなる残容量表示手段と、を備えることを特徴とする電気自動車用バッテリの残容量表示装置。

【請求項2】請求項1記載の装置において、バッテリ温度表示手段および／または満充電容量表示手段は、バッテリ温度が充電に適した温度範囲にないとき、ワーニングシグナルを送ることを特徴とする電気自動車用バッテリの残容量表示装置。

【請求項3】請求項1記載の装置において、満充電容量表示手段は、バッテリの劣化量が設定値を越えたとき、ワーニングシグナルを送ることを特徴とする電気自動車用バッテリの残容量表示装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】本発明は、電気自動車用バッテリの残容量表示装置に関し、一層詳細には、電気自動車走行用モータを駆動するバッテリの残容量と、このバッテリの満充電容量値と、バッテリ温度とを夫々関係付けて表示することを可能とする電気自動車用バッテリの残容量表示装置に関する。

【0002】

【従来の技術】従来、電気自動車では、充電して再使用が可能な二次バッテリを走行用モータおよび電装品の駆動源として用いている。

【0003】この種の電気自動車では、バッテリの残容量を検出してこの残容量のデータを指針型のメータでア

ナログ表示しており、この表示されたバッテリの残容量に基づいてドライバーが走行開始前あるいは走行中に走行可能距離を推測している。

【0004】一方、電池の使用容量を表示する技術的思想が特開昭54-63328号公報に開示されている。

【0005】前記公報によれば、放電中の電池端子電圧の変化を検出して、この変化に基づいて電池の放電量を演算し、この放電量を棒グラフまたはセグメント方式で表示するものであり、この放電量の表示から電池の残容量を推定することができる効果が得られるものである。

【0006】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、上記の従来技術における残容量のデータを指針型のメータでアナログ表示する方法では、指針型のメータに生ずる誤差によって残容量のデータが正しく表示されないという不都合がある。

【0007】一方、電気自動車に搭載される二次バッテリは充放電の繰り返しにより劣化し、この劣化によって充分に充電された場合の満充電容量が低下する。さらに、二次バッテリはバッテリ温度によってその定格容量が変化する特性を有しているため、放電量から高い精度の残容量を推定することは困難である。

【0008】このため、電気自動車用のバッテリの残容量の表示には、バッテリの満充電容量の表示が付加されることが望まれている。

【0009】本発明は、このような従来技術の問題を解決するためになされたものであって、バッテリの残容量を高精度で表示し、且つ、前記バッテリの残容量をバッテリの満充電容量との関係で表示することを可能とする電気自動車用バッテリの残容量表示装置を提供することを目的とする。

【0010】

【課題を解決するための手段】上記の目的を達成するために、本発明は、電気自動車用の走行用モータを駆動するバッテリの残容量を表示する残容量表示装置であつて、前記バッテリの温度を検出するバッテリ温度検出手段と、前記バッテリ温度検出手段によって検出されたバッテリ温度が表示されるデジタル式のバーグラフからなるバッテリ温度表示手段と、前記バッテリ温度検出手段によって検出されたバッテリ温度に基づいて前記バッテリの満充電容量を判定する満充電容量判定手段と、前記満充電容量判定手段によって判定された前記バッテリの満充電容量が前記バッテリ温度の表示に対応して表示されるデジタル式のバーグラフからなる満充電容量表示手段と、電流検出手段によって検出された充電電流と電圧検出手段によって検出された充電時のバッテリ電圧に基づいて充電時のバッテリ残容量を演算し、且つ前記電流検出手段によって検出された放電電流と前記電圧検出手段によって検出された放電時のバッテリ電圧に基づいて放電時の前記バッテリ残容量を演算する残容量演算手段と、

手段と、前記残容量演算手段から出力されたバッテリ残容量が前記満充電容量の表示に対応して表示されるデジタル式のバーグラフからなる残容量表示手段と、を備えることを特徴とする。

【0011】さらに、前記バッテリ温度表示手段および／または前記満充電容量表示手段はバッテリ温度が充電に適した温度範囲にないとき、ワーニングシグナルを送ることを特徴とし、且つ、前記満充電容量表示手段は、バッテリの劣化量が設定値を越えたとき、ワーニングシグナルを送ることを特徴とする。

【0012】

【作用】本発明に係る電気自動車用バッテリの残容量表示装置では、バッテリ温度検出手段によって検出されたバッテリ温度がデジタル式のバーグラフからなるバッテリ温度表示手段に表示され、且つ、前記バッテリ温度に基づいて満充電容量判定手段によって判定された前記バッテリの満充電容量が、前記バッテリ温度に対応したデジタル式のバーグラフからなる満充電容量表示手段に表示される。さらに、残容量演算手段によって演算されたバッテリ残容量が前記満充電容量の表示に対応したデジタル式のバーグラフからなる残容量表示手段に表示される。

【0013】このため、バッテリ温度に対する満充電容量、満充電容量に対する残容量およびバッテリ温度に対する残容量の関係を表示することができる。

【0014】さらに、バッテリ温度が充電に適した温度範囲にないとき、前記バッテリ温度検出手段および／または満充電容量表示手段によってワーニングシグナルが送られ、且つバッテリの劣化量が設定値を越えたとき、前記満充電容量表示手段によってワーニングシグナルが送られるため、これらのワーニングシグナルによってバッテリ温度の異常およびバッテリの劣化を表示することができる。

【0015】

【実施例】次に、本発明に係る電気自動車用バッテリの残容量表示装置について、好適な実施例を挙げ、添付の図面を参照しながら以下詳細に説明する。

【0016】図1は本発明の一実施例に係るバッテリ残容量表示装置10の構成を示すブロック図である。

【0017】バッテリ残容量表示装置10は、直列に接続された複数のバッテリ12と、前記バッテリ12によって駆動されるモータM。とを備え、前記バッテリ12には充電するための充電器14が所望の時期に接続される。

【0018】バッテリ残容量表示装置10はモータM。、その他の電装品に供給される放電電流I_d、および前記充電器14から供給される充電電流I_cを検出する電流検出器16と、前記バッテリ12の端子間電圧（以下、バッテリ電圧という）Eを検出する電圧検出器18と、バッテリ12の温度を検出する温度検出器20

とを有するとともに、該電流検出器16、電圧検出器18および温度検出器20から出力される夫々の検出データに基づいてバッテリ12の残容量Cを演算するエレクトロニックコントロールユニット（以下、ECUという）22を備える。

【0019】バッテリ残容量表示装置10は、さらに、被充電コネクタ24を有し、この被充電コネクタ24は前記充電器14に接続される充電コネクタ26に係着可能である。また、バッテリ残容量表示装置10は、被充電コネクタ24に充電器14の充電コネクタ26が係合したか否かを検出する接続検出センサ28と、イグニッションスイッチ30と、アクセルの被踏操作角度を検出するアクセルセンサ32とを含む。該バッテリ残容量表示装置10は、さらにまた、バッテリ12とモータM。との接続間に配設される切替器34、およびモータM。を駆動するパワードライブユニット（以下、PDUという）36を有する。なお、ECU22はサブバッテリ38から供給される電源で駆動される。

【0020】前記ECU22はバッテリ12の残容量Cを演算するためのプログラムが記憶される読み出し専用メモリ（以下、ROMという）42と、ECU22が残容量Cを演算する際に演算結果を一時的に記憶する読み書き自由なメモリ（以下、RAMという）44と、ECU22が残容量Cを演算する際に読み出すルックアップテーブル（以下、LUTという）46とを備える。

【0021】さらに、バッテリ残容量表示装置10は、温度検出器20によって検出されたバッテリ温度Tをデジタル式バーグラフで表示することが可能な温度表示計50と、ECU22から出力されるバッテリ12の残容量Cのデータをデジタル式バーグラフによって表示することが可能な残容量表示計52と、ECU22から出力されるバッテリ12の満充電容量C_Fのデータをデジタル式バーグラフで表示することが可能な満充電容量表示計54とを備える。

【0022】この場合、図8に示すように、満充電容量表示計54と残容量表示計52とは対応して配置されており、満充電容量表示計54に表示される満充電容量C_Fの位置と残容量表示計52に表示される残容量Cの位置とのレベル差が満充電容量C_Fに対する残容量Cとして表示される。

【0023】同様に図8に示すように、満充電容量表示計54と温度表示計50とは対応して配設されており、満充電容量表示計54に表示される満充電容量C_Fの位置と温度表示計50に表示されるバッテリ温度Tの位置が同一レベルであれば、充電による劣化若しくは放電による劣化がバッテリ12に生じていないことを示し、同一レベルではないとき、充電による劣化若しくは放電による劣化がバッテリ12に生じ、満充電容量C_Fが低下したことを示す。

【0024】さらにまた、温度表示計50に表示される

バッテリ温度Tの表示位置と残容量表示計52に表示される残容量Cの表示位置が同一レベルでなければ、バッテリ12には充電による劣化および放電による劣化からなる総合的な劣化が生じていることを示す。

【0025】図2に前記RAM44の内容を示す。

【0026】RAM44は、ECU22によってデータが判定される際に読み出される夫々のしきい値が予め記憶されるしきい値記憶部44aと、電流検出器16を介してECU22に読み取られた放電電流Idが一時的に記憶される放電電流データ記憶部44bと、電圧検出器18を介してECU22に読み取られたバッテリ電圧Eが一時的に記憶されるバッテリ電圧データ記憶部44cと、放電モードにおいて電圧検出器18を介して検出されたバッテリ電圧Eが前記しきい値記憶部44aに記憶されたしきい値E1以下になった回数を記憶するしきい値E1以下回数記憶部44dと、補正前残容量Ctを記憶する補正前残容量記憶部44eと、この補正前残容量記憶部44eに記憶された補正前残容量Ctを補正するための温度補正容量Ct、電流補正容量Cd、劣化補正容量Crおよび暫定補正容量Cmの演算されたデータが記憶される残容量補正データ記憶部44fとを備える。

【0027】さらに、RAM44は、バッテリ電圧Eが前記しきい値E1以下回数記憶部44dに記憶されたしきい値E1以下になった場合に放電された放電電流Idの中、最小であった最小放電電流Id_minを記憶する最小放電電流記憶部44gと、温度検出器20を介して検出されたバッテリ温度Tを記憶するバッテリ温度記憶部44hと、ECU22によって求められた充電効率Mを記憶する充電効率記憶部44iと、バッテリ12から取り出し得る最大出力をバッテリ重量で除算した最大出力密度を記憶する最大出力密度記憶部44jと、所定回数の前記最大出力密度を平均した平均最大出力密度を記憶する平均最大出力密度記憶部44kと、補正前残容量Ctを各種補正值で補正した補正後残容量Crを記憶する補正後残容量記憶部44mとを備える。

【0028】図3～図6に前記LUT46に記憶されるデータのグラフを示す。

【0029】図3Aに示すテーブルT1は1個当たりのバッテリ電圧Ebからバッテリ12の補正前残容量Ctを読み出すためのグラフであり、図3Bに示すテーブルT2は温度検出器20に検出されたバッテリ温度Tから、バッテリ12の補正前残容量Ctの温度による残容量Cの変化を補正する補正值（温度補正容量Ct）を読み出すためのグラフである。

【0030】図4Aに示すテーブルT3は1分間の平均放電電流Idから、バッテリ12の補正前残容量Ctを補正する補正值（電流補正容量Cd）を読み出すためのグラフであり、図4Bに示すテーブルT4は充電器14からバッテリ12に対して充電電流Icが供給される充電モードにおいて、供給された充電電流Icの中、バッ

テリ12内において補正前残容量Ctとして変換される充電電流Icの割合（充電効率M）を1個当たりのバッテリ電圧Ebから読み出すためのグラフである。

【0031】さらに、図5Aに示すテーブルT5は放置30分後の1個当たりのバッテリ電圧Ebから所定時間経過後に予測される安定時のバッテリ電圧Ebを読み出すためのグラフであり、図5Bに示すテーブルT6はバッテリ温度Tから充電率Yの温度補正係数Xを読み出すためのグラフである。

【0032】図6に示すテーブルT7は、バッテリ温度Tからバッテリ12の満充電容量Cfを読み出すためのグラフである。

【0033】以上のように構成されるバッテリ残容量表示装置10において、バッテリ12からモータM0、エアコンディショナ等の電装品に対して電流が供給される放電モードにおけるバッテリ12の補正後残容量Crを検出して表示する方法について、図7のフローチャートを参照して説明する。

【0034】イグニッションスイッチ30に挿入されたイグニッションキーがドライバーによってモータM0の始動位置まで回転されると、該イグニッションスイッチ30から出力される信号によってECU22は放電モードと判定する（ステップS10）。この判定に基づいてECU22から出力された信号によって切替器34が切り替えられてバッテリ12とPDU36との間が導通される。一方、ECU22からPDU36に対してモータM0の駆動信号が取出され、この駆動信号によって、バッテリ電圧Eが切替器34およびPDU36を介してモータM0に印加され、該モータM0が回転駆動される。

【0035】モータM0が回転駆動されると、温度検出器20を介して検出されたバッテリ温度TがECU22によって読み取られ、このバッテリ温度Tが温度表示計50に表示され（図8（イ）参照）、且つバッテリ温度Tに基づいてLUT46に記憶されたテーブルT7から満充電容量Cfが読み出され、この満充電容量Cfが満充電容量表示計54に表示される（図8（ロ）参照）（ステップS11）。

【0036】次いで、電圧検出器18によって検出されたバッテリ電圧Eが所定のサンプリングタイム、例えば、100msec毎に1分間、すなわち、600のバッテリ電圧EのデータがECU22によって読み取られてRAM44のバッテリ電圧データ記憶部44cに記憶され、且つ電流検出器16によって検出されたバッテリ12からモータM0に対して供給される放電電流Idが、100msec毎に1分間、すなわち、600の放電電流IdのデータがECU22によって読み取られて（ステップS12）、RAM44の放電電流データ記憶部44bに記憶される。

【0037】次いで、前記RAM44の放電電流データ記憶部44bに記憶された600のバッテリ電圧Eの平

均バッテリ電圧 E_A が ECU22 によって演算され、さらに、1個当たりのバッテリ電圧 E_{BB} が演算される。この1個当たりのバッテリ電圧 E_{BB} に基づいて LUT46 に記憶されたテーブル T1 から放電モードにおけるバッテリ 12 の補正前残容量 C_t の初期値が読み出されて補正前残容量記憶部 44e に記憶される（ステップ S14）。

【0038】さらに、これらの 600 のデータの中、予め RAM44 のしきい値記憶部 44a に記憶された第 1 のしきい値 E_1 以下となったバッテリ電圧 E の回数が ECU22 に計数されて（ステップ S16）、RAM44 のしきい値 E_1 以下回数記憶部 44d に記憶されるとともに、バッテリ電圧 E が前記第 1 のしきい値 E_1 以下であった場合の放電電流 I_D が抽出され、さらに、前記抽出された放電電流 I_D の中、最小放電電流 I_{min} が抽出されて RAM44 の最小放電電流記憶部 44g に記憶される（ステップ S18）。

【0039】この場合、図 9 に示すように、放電電流 I_D の値によってバッテリ電圧 E は変化するものであり、劣化が進行したバッテリ 12 ほど小さな放電電流 I_D によってバッテリ電圧 E が大きく降下する。

【0040】次いで、前記ステップ S2 で読み取られて RAM44 の放電電流データ記憶部 44b に記憶された 600 の放電電流 I_D のデータが ECU22 によって読み出されて加算され、この加算された放電電流 I_D から 1 分間の平均放電電流 I_{DA} が演算され（ステップ S20）、さらに、平均放電電流 I_{DA} からこの 1 分間における放電量 ΔC が演算される（ステップ S22）。

【0041】この 1 分間の放電量 ΔC が補正前残容量 C_t の初期値から減算され、この減算された補正前残容量 C_t によって RAM44 の補正前残容量記憶部 44e に記憶された補正前残容量 C_t が更新される（（1）式参照）（ステップ S24）。

【0042】

$C_t \leftarrow C_t - \Delta C \quad \dots (1)$
このように、ECU22 によって補正前残容量 C_t は 1 分毎に更新され、更新された補正前残容量 C_t が予め RAM44 のしきい値記憶部 44a に記憶された最小残容量 C_{min} 以下か否かが判定され（ステップ S26）、最小残容量 C_{min} 以下であれば補正前残容量記憶部 44e に記憶された補正前残容量 C_t が該最小残容量 C_{min} に

$C_t \leftarrow C_t + C_{T1} + C_D - C_R - C_{TM}$

ここで、ステップ S38 の劣化補正值演算サブルーチンについて図 10～図 14 のフローチャートを参照して以下詳細に説明する。

【0049】前記ステップ S12 で 1 分毎に読み取られて RAM44 のバッテリ電圧データ記憶部 44c に記憶されたバッテリ電圧 E の 600 のデータが ECU22 によって加算され、加算バッテリ電圧 E_D が求められ（ステップ S38-2）、この加算バッテリ電圧 E_D とステ

更新される（ステップ S28）。

【0043】1 分毎に更新される補正前残容量 C_t が最小残容量 C_{min} 以下ではないとき、予め RAM44 のしきい値記憶部 44a に記憶された最大残容量 C_{max} 以上か否かが ECU22 によって判定され（ステップ S30）、以上であれば補正前残容量記憶部 44e に記憶された補正前残容量 C_t が最大残容量 C_{max} に更新される（ステップ S32）。

【0044】次いで、温度検出器 20 に検出されたバッテリ温度 T が ECU22 に読み取られ、このバッテリ温度 T に基づいて LUT46 に記憶されたテーブル T2 からバッテリ 12 の補正前残容量 C_t の温度による補正值（温度補正容量 C_T ）が読み出されて RAM44 の残容量補正データ記憶部 44f に記憶される（ステップ S34）。

【0045】さらに、前記ステップ S20 で演算された 1 分間の平均放電電流 I_{DA} に基づいて LUT46 に記憶されたテーブル T3 から平均放電電流 I_{DA} におけるバッテリ 12 の補正前残容量 C_t の補正值（電流補正容量 C_D ）が読み出されて残容量補正データ記憶部 44f に記憶される（ステップ S36）。

【0046】次いで、バッテリ 12 の劣化による定格容量 C_{FI} の変化を補正するための補正值（劣化補正容量 C_R ）および放電量 ΔC の積算値に基づいてバッテリ 12 の残容量 C を演算する際に生ずる放電量 ΔC の積算誤差による残容量 C の誤差を補正するための補正值（暫定補正容量 C_{TM} ）が ECU22 によって後述する劣化補正值演算サブルーチンで演算されて RAM44 の残容量補正データ記憶部 44f に記憶される（ステップ S38）。

30 なお、暫定補正容量 C_{TM} は充電モードにおいて、充電電流 I_C を積算して補正前残容量 C_t を演算する際にも発生する。

【0047】このようにして得られた温度補正容量 C_T 、電流補正容量 C_D 、劣化補正容量 C_R および暫定補正容量 C_{TM} によって ECU22 を介し、補正前残容量 C_t が補正され、補正後残容量 C_r が演算され（（2）式参照）（ステップ S40）、この補正後残容量 C_r が残容量表示計 52 に表示される（図 8 (ハ) 参照）（ステップ S42）。

【0048】

$\dots (2)$

40 ップ S20 で加算された放電電流 I_D との積が演算され（ $E_D \times I_D$ ）（ステップ S38-4）、さらに、加算された放電電流 I_D の二乗値が演算される（ステップ S38-6）。

【0050】次いで、前記ステップ S16 で計数された第 1 のしきい値 E_1 以下となったバッテリ電圧 E の回数が、RAM44 のしきい値記憶部 44a に予め記憶された設定値 S_1 以上か否かが ECU22 によって判定され

(ステップS38-8)、設定値S₁以上であるときWAT1フラグに「1」がセットされ(ステップS38-10)、さらに、ステップS12で1分毎に読み取られたバッテリ電圧Eの600のデータの中、予めRAM44のしきい値記憶部44aに記憶されたバッテリ電圧Eの第2のしきい値E₂以下となった回数が設定値S₂以上か否かが判定され(ステップS38-12)、設定値S₂以上であればWAT2フラグに「1」がセットされる(ステップS38-14)。

【0051】前記ステップS38-8で第1のしきい値E₁以下となったバッテリ電圧Eの回数が、設定値S₁以上ではないとき、WAT1フラグに「1」がセットされることなくステップS38-12の判定が実行され、また、前記ステップS38-12で第2のしきい値E₂以下となったバッテリ電圧Eの回数が、設定値S₂以上ではないとき、WAT1フラグに「1」がセットされることなくステップS38-18において平均最大出力密度P_Hを得るための演算が実行される。

【0052】次に、ステップS38-18における平均最大出力密度P_Hの演算方法について説明する。

【0053】ステップS38-2で演算された加算バッテリ電圧E_D、ステップS38-4で演算された加算バッテリ電圧E_Dと加算された放電電流I_Dの積およびステップS38-6で演算された加算された放電電流I_Dの二乗値を用いた最小自乗法の演算によって加算バッテリ電圧E_Dと加算された放電電流I_Dとの関係を示す直線式が求められ、この直線式からバッテリ12の最大出力P_{max}が演算され、さらに、この最大出力P_{max}がバッテリ12の重量で除算されて最大出力密度が演算され、RAM44の最大出力密度記憶部44jに記憶される。

【0054】このようにして得られた最大出力密度を含む過去N回、例えば、5回の最大出力密度がECU22によって最大出力密度記憶部44jから読み出され、これらの平均値が演算されて平均最大出力密度P_Aが得られ(ステップS38-18)、RAM44の平均最大出力密度記憶部44kに記憶される。

【0055】前記ステップS22で演算された1分間の放電量 ΔC がECU22によって順次積算されて積算放電電流量C_Mが演算され(ステップS38-20)、さらに、ステップS14で求められてRAM44の補正前残容量記憶部44eに記憶された補正前残容量C_tの初期値から前記積算放電電流量C_Mが減算されて補正前残容量C_tが求められ(ステップS38-22)、この補正前残容量C_tがRAM44の補正前残容量記憶部44eに記憶される。

【0056】次いで、平均最大出力密度P_Aが求められているか否かが判定され(ステップS38-24)、求められていればこの平均最大出力密度P_Aが予めRAM44のしきい値記憶部44aに記憶されたしきい値K以

下か否かがECU22によって判定される(ステップS38-26)。このしきい値Kはバッテリ12の実質的な残容量Cが「0」か否かを判定するものであり、従つて、ステップS38-26の判定でしきい値K以下と判定された場合、バッテリ12の残容量Cが実質的に「0」以下であると判定される(ステップS38-28)。

【0057】次いで、ステップS38-22で演算された補正前残容量C_tを温度補正容量C_T、電流補正容量C_D、劣化補正容量C_Rおよび暫定補正容量C_Mで補正した補正後残容量C_rが「0」以下であるか否かがECU22によって判定される((3)式参照)(ステップS38-30)。

【0058】

$$C_t + C_T + C_D - C_R - C_M \leq 0 \quad \dots (3)$$

なお、(3)式の演算に用いられる劣化補正容量C_Rおよび暫定補正容量C_MはRAM44の残容量補正データ記憶部44fに記憶されている前回の値である。

【0059】このステップS38-30の判定の結果、「0」以下ではないと判定されれば、補正後残容量C_rが「0」以上を示していると判定される(ステップS38-32)。この場合、ステップS38-28において、平均最大出力密度P_Aに基づいて実質的な残容量Cが「0」以下と判定されたにも拘らず、放電量 ΔC の積算に基づいて得られた補正後残容量C_rが「0」以上であると判定される。

【0060】次いで、平均最大出力密度P_Aとしきい値Kとの差がECU22によって演算され(ステップS38-34)、この演算結果を所定値、例えば、10で除算した値を劣化量算出係数S_Aとし(ステップS38-36)、この劣化量算出係数S_Aが1以上か否かが判定される(ステップS38-38)。

【0061】この判定の結果、劣化量算出係数S_Aが1以上であれば、すなわち、平均最大出力密度P_Aがしきい値Kよりも著しく低いとき、ECU22によって前記劣化量算出係数S_Aが最大値の1に設定され(ステップS38-40)、さらに、後述する放置モードでセットされる放置フラグの内容が読み出され、この放置フラグの内容が「1」か否かが判定される(ステップS38-42)。

【0062】放置フラグの内容が「1」であれば、ECU22は放電モードにおける放電量 ΔC の演算において放電電流I_Dの積算によって発生した積算誤差がキャンセルされたと判定し(ステップS38-44)、放電量 ΔC の積算に基づいて得られた補正後残容量C_rにバッテリ12の劣化による誤差が含まれていると判定して(ステップS38-46)、下記の(4)式に基づいた演算によってバッテリ12の劣化補正容量C_Rを演算し(ステップS38-48)、この劣化補正容量C_RによってRAM44の残容量補正データ記憶部44fに記憶

されている前回の劣化補正容量 C_R を更新し、且つ、この更新された劣化補正容量 C_R によって前記ステップ S 1 1 で満充電容量表示計 5 4 に表示された満充電容量 C

$$C_R \leftarrow C_R + (C_J + C_T + C_D)$$

前記ステップ S 3 8 - 3 8 において、劣化量算出係数 S_A が 1 以上でなければ、ステップ S 3 8 - 3 6 における演算で得られた値が劣化量算出係数 S_A とされ（ステップ S 3 8 - 5 0）、ステップ S 3 8 - 4 2 以降が実行される。

【0064】ステップ S 3 8 - 4 2 の判定で、放置フラグが「1」ではないとき、ECU 2 2 は放電量 ΔC の積算によって発生した積算誤差がキャンセルされていな

$$C_{TM} \leftarrow C_{TM} + (C_J + C_T + C_D)$$

このように、最大平均出力密度 P_A がしきい値 K よりも低い、すなわち、実質的な残容量 C が「0」以下であるにも拘らず、補正後残容量 C_r が「0」以上であるとき、放置フラグの内容が「1」か否かの判定によって補正後残容量 C_r に含まれている誤差が劣化補正容量 C_R によるものか、あるいは暫定補正容量 C_{TM} によるものかを判定し、この判定結果に基づいて劣化補正容量 C_R 、若しくは暫定補正容量 C_{TM} の値を演算して更新する。

【0066】この場合、放置フラグは後述する放置モードにおいてセットされるものであり、放置フラグが「1」にセットされるとき、それまでの積算誤差はキャンセルされる。

【0067】一方、前記ステップ S 3 8 - 3 0 における（3）式による判定結果が「0」よりも小さいと判定されたとき、実質的な残容量 C が「0」以下であり、且つ補正後残容量 C_r が「0」以下であるため、ECU 2 2 は補正後残容量 C_r に劣化補正容量 C_R と暫定補正容量 C_{TM} による誤差が含まれていないと判定して（ステップ S 3 8 - 5 6）、メインルーチンにリターンする。

【0068】前記ステップ S 3 8 - 2 6 において、平均最大出力密度 P_A がしきい値 K よりも小さくないと判定されたとき、前記（3）式の判定が ECU 2 2 によってなされ（ステップ S 3 8 - 5 8）、この判定の結果が「0」よりも小ではないと判定されたとき、WAT 2 フラグが「1」か否かが判定され（ステップ S 3 8 - 6 0）、「1」ではないとき、WAT 1 フラグが「1」か否かが判定され（ステップ S 3 8 - 6 2）、この判定の結果が「1」ではないとき、実質的な残容量 C が「0」以上であり、且つ放電量 ΔC の積算に基づいて得られた補正後残容量 C_r が「0」以上であると判定され、実質的な残容量 C と放電量 ΔC の積算に基づいて得られた補正後残容量 C_r とが一致していると判定され、且つ充分に残容量 C が存在する正常な状態と判定してメインルーチンにリターンする。

【0069】ステップ S 3 8 - 6 2 の判定で WAT 1 フラグが「1」であれば、ECU 2 2 はステップ S 1 8 で抽出された最小放電电流 I_{min} が残容量 C の低下を判定

F が補正され（図 8（二）参照）、メインルーチンにリターンする。

【0063】

$$- C_R - C_{TM} \times S_A \quad \dots (4)$$

い、すなわち、暫定補正容量 C_{TM} による誤差が補正後残容量 C_r に含まれていると判定して（ステップ S 3 8 - 5 2）、この暫定補正容量 C_{TM} を下記の（5）式によって演算し（ステップ S 3 8 - 5 4）、この暫定補正容量 C_{TM} によって RAM 4 4 の残容量補正データ記憶部 4 4 f に記憶されている前回の暫定補正容量 C_{TM} を更新してメインルーチンにリターンする。

【0065】

$$- C_R - C_{TM} \times S_A \quad \dots (5)$$

するためのしきい値 K 1 以下か否かを判定し（ステップ S 3 8 - 6 4）、このしきい値 K 1 以下ではないとき、バッテリ 1 2 が劣化によってまだ寿命に達していない正常な状態と判定して、メインルーチンにリターンする。

【0070】最小放電电流 I_{min} がしきい値 K 1 以下であるとき、残容量 C の有無を判定する残容量判定フラグに「1」がセットされ（ステップ S 3 8 - 6 6）、さらに、劣化量算出係数 S_A が最大の 1 にセットされて（ステップ S 3 8 - 6 8）、前記ステップ S 3 8 - 4 2 以降において、劣化補正容量 C_R 若しくは暫定補正容量 C_{TM} の演算が実行される。

【0071】前記ステップ S 3 8 - 6 0 の判定において WAT 2 フラグが「1」のとき、残容量 C が不足したと判定され、前記ステップ S 3 8 - 6 6 以降において、劣化補正容量 C_R 若しくは暫定補正容量 C_{TM} の演算が実行される。

【0072】また、前記ステップ S 3 8 - 2 4 において、平均最大出力密度 P_A が求められていないと ECU 2 2 によって判定されたとき、前記（3）式の判定が実行され（ステップ S 3 8 - 7 0）、この判定の結果、

「0」以下ではないとき、平均最大出力密度 P_A は求まっていないが、残容量 C は充分であると判定されて前記ステップ S 3 8 - 6 0 以降が実行される。

【0073】一方、前記ステップ S 3 8 - 5 8 および前記ステップ S 3 8 - 7 0 における（3）式による判定の結果が「0」以下であるとき、温度補正容量 C_T 、電流補正容量 C_D 、劣化補正容量 C_R および暫定補正容量 C_{TM} とで補正された補正後残容量 C_r が「0」以下と判定され、WAT 2 フラグが「1」か否かが判定され（ステップ S 3 8 - 7 2）、「1」でなければ、WAT 1 フラグが「1」か否かが判定され（ステップ S 3 8 - 7 4）、この判定結果が「1」でなければ、残容量判定フラグが「1」か否かが判定され（ステップ S 3 8 - 7 6）、「1」でなければ、平均最大出力密度 P_A が求まっているか否かが判定され（ステップ S 3 8 - 7 8）、求まっているれば放電量 ΔC の積算に基づいて得られた補正後残容量 C_r が「0」以下であるが、実質的な残容量

C は「0」以上と判定されて、前記ステップS38-3
6以降が実行されて劣化補正容量 C_R 、若しくは暫定補正容量 C_{TM} が演算される。

【0074】この場合、図15に示すように、バッテリ12の定格容量 C_{FI} は充電サイクル数が増加すると一旦増加し、所定の充電サイクル数に達した後は減少する特性を有するため、劣化補正容量 C_R は定格容量 C_{FI} に対してプラスまたはマイナスのいずれの値も取り得る。

【0075】前記ステップS38-76において、残容量判定フラグが「1」と判定された場合、およびステップS38-78で平均最大出力密度 P_A が求まっていないと判定された場合は、メインルーチンにリターンする。

【0076】前記ステップ38-74において、WAT1フラグが「1」であるとき、ECU22はステップS4で抽出された最小放電電流 I_{min} が残容量Cの低下を判定するためのしきい値 K_1 以下か否かを判定し（ステップS38-80）、しきい値 K_1 以下ではないとき、前記ステップ38-76以降が実行され、一方、しきい値 K_1 以下であるとき、残容量Cが「0」以下と判定して残容量判定フラグに「1」を設定して（ステップS38-82）、メインルーチンにリターンする。

【0077】前記ステップS38-72において、WAT2フラグが「1」と判定されたとき、ECU22は残容量Cが「0」以下と判定して、前記ステップS38-82において残容量判定フラグに「1」を設定し、メインルーチンにリターンする。

【0078】以上説明したように、放電モードでは、補正前残容量 C_t の初期値と1分間の放電量 ΔC の積算値とから1分毎にバッテリ12の補正前残容量 C_t が演算され、この補正前残容量 C_t が温度補正容量 C_T 、電流補正容量 C_D 、劣化補正容量 C_R および暫定補正容量 C_{TM} とによって補正された補正後残容量 C_r が残容量表示計52に表示される。

【0079】従って、満充電容量表示計54に表示された満充電容量 C_F を示す位置と残容量表示計52に表示された残容量Cを示す位置とから、ドライバーは満充電容量 C_F に対するバッテリ12の残容量Cを容易に読み取ることができる。

【0080】さらに、満充電容量表示計54に表示される満充電容量 C_F を示す位置と温度表示計50に表示されるバッテリ温度Tを示す位置が同一レベルであれば、放電による満充電容量 C_F の劣化がバッテリ12に生じないとドライバーは判別することができ、バッテリ温度Tの表示位置に対して満充電容量 C_F の表示位置が低いとき、放電による満充電容量 C_F の劣化がバッテリ12に生じたと判別することができる。

【0081】さらにまた、温度表示計50に表示されるバッテリ温度Tを示す位置と残容量表示計52に表示される残容量Cを示す位置が同一レベルであれば、ドライ

バーは総合的な劣化がバッテリ12にまだ生じていないと判別することができ、同一レベルでなければ総合的な劣化がバッテリ12に生じていると判別することができる。

【0082】次に、充電モードにおけるバッテリ12の残容量Cを検出して表示する方法について、図16および図17のフローチャートを参照して説明する。なお、本実施例におけるバッテリ12の充電方式は、定電流方式であって、且つ第1の電流値 I_1 で所定期間通電した後、この第1の電流値 I_1 よりも低い第2の電流値 I_2 で充電する2段階充電方式を用いており、図18Aはその充電電流波形を示し、図18Bは図18Aに示す充電電流波形でバッテリ12を充電した場合のバッテリ電圧Eの波形を示す。

【0083】充電器14に接続された充電コネクタ26が電気自動車に配設された被充電コネクタ24に接続され、この被充電コネクタ24に配設された接続検出センサ28からECU22に対してコネクタ接続信号が出力されると、ECU22によって充電モードと判定され（ステップS100）、充電モード判定フラグに「1」がセットされ、且つ、放置モード判定フラグに「0」がセットされる（ステップS102）。さらに、ECU22から出力される信号によって切替器34が切り替えられ、バッテリ12とモータMとの接続が遮断される。

【0084】次いで、充電器14からバッテリ12に対して充電電流 I_c の通電が開始されると（ステップS104）、電流検出器16によって検出された充電電流 I_c のデータがECU22に対して出力され、且つ電圧検出器18によって検出されたバッテリ電圧EのデータがECU22に対して出力される。

【0085】この充電電流 I_c とバッテリ電圧Eとが所定のサンプリングタイム、例えば、100msec毎に1分間、すなわち、600のデータがECU22によって読み取られて充電電流データ記憶部44bおよびバッテリ電圧データ記憶部44cに記憶され、且つ、1分間の平均充電電流 I_{ca} および1分間のバッテリ電圧Eの平均値が演算され（ステップS106）、さらに、1個当たりのバッテリ電圧 E_{bb} が演算される（ステップS107）、この1個当たりのバッテリ電圧 E_{bb} に基づいてテーブルT1から補正前残容量 C_t がECU22によって読み出され、この補正前残容量 C_t が残容量表示計52に表示される（図19（ホ）参照）（ステップS108）。

【0086】次いで、満充電フラグに「1」がセットされているか否か、すなわち、バッテリ12が満充電状態か否かがECU22によって判定される（ステップS109）。ここで、満充電状態と判定されれば、充電器14から供給されている充電電流 I_c は残容量Cとして変換されることなく全て熱に変換されていると判定され、供給されている充電電流 I_c の中、バッテリ12内にお

いて残容量Cとして変換される充電電流I_cの割合、すなわち、充電効率Mが零パーセントと判定され、この値がRAM44の充電効率記憶部44iに記憶される（ステップS110）。

【0087】一方、満充電フラグに「1」がセットされていない場合には、ECU22によって充電不足と判定され、さらに、バッテリ12から供給される充電電流I_cが第1の電流値I₁か否かが判定される（ステップS112）。この判定の結果、第1の電流値I₁であれば、供給された充電電流I_cがバッテリ12内において全て残容量Cに変換されているとして充電効率Mが100パーセントと判定され、この値がRAM44の充電効率記憶部44iに記憶される（ステップS114）。

【0088】ステップS112の判定で、第1の電流値I₁ではないとき、ECU22によって第2の電流値I₂が通電されていると判定されて（ステップS115）、ステップS107で演算された1個当たりのバッテリ電圧E_{BB}に基づいてLUT46に記憶されたテーブルT4から充電効率Mが読み出されて、この値がRAM44の充電効率記憶部44iに記憶される（ステップS116）。

【0089】この場合、ステップS108～ステップS116によって、0パーセント、100パーセントまたはテーブルT4から読み出された充電効率Mの値のいずれかの充電効率MがRAM44の充電効率記憶部44iに記憶される。

【0090】次いで、温度検出器20を介してバッテリ温度TがECU22によって読み取られ、このバッテリ温度TがECU22によって温度表示計50に表示され（図19（ヘ）参照）、且つ、前記バッテリ温度Tに基づいてLUT46に記憶されたテーブルT7から満充電容量C_Fが読み出され、この満充電容量C_Fが満充電容量表示計54に表示され（図19（ト）参照）（ステップS117）、さらに、放電モードで演算され、残容量補正データ記憶部44fに記憶された劣化補正容量C_Rが読み出されて、この劣化補正容量C_Rによって前記テーブルT7から読み出された満充電容量C_Fが補正される。そして、この補正された満充電容量C_Fが満充電容量表示計54に表示される（図19（チ）参照）（ステップS118）。

【0091】次いで、バッテリ温度Tに基づいてLUT46に記憶されたテーブルT2から温度補正容量C_Tが読み出されてRAM44に記憶され（ステップS119）、且つバッテリ温度Tに基づいてテーブルT6から充電率Yの温度補正係数Xが読み取られ（ステップS120）、この温度補正係数Xに所定の余裕率、例えば、115パーセントが乗算されて充電率Yが演算される（Y=X×1.15）（ステップS122）。ここで、充電率Yは定格容量C_{Fl}と現在の補正後残容量C_rとの差、すなわち、目標充電量の係数である。

【0092】次いで、バッテリ12の定格容量C_{Fl}から、予め充電開始時に求められたバッテリ12の補正前残容量C_tの初期値が減算されて、目標充電量が求められ、この目標充電量に温度補正された前記充電率Yが乗算されて目標充電量が演算される（（6）式参照）（ステップS124）。

【0093】

$$\text{目標充電量} = (C_{Fl} - C_{Cf}) \times Y \quad \dots (6)$$

この場合、ステップS122で充電率Yに115パーセントが乗算されているため、目標充電量は定格容量C_{Fl}よりも15パーセント高い値に設定される。

【0094】次いで、ECU22によってステップS106で演算された平均充電電流I_{av}から1分間の充電量ΔC_cが演算され、この1分間の充電量ΔC_cが積算されて積算充電量C_cが演算される（ステップS126）。

【0095】さらに、この積算充電量C_cが目標充電量以上か否かがECU22に判定され（ステップS128）、この判定の結果、積算充電量C_c > 目標充電量でなければ、満充電フラグに「1」がセットされているか否かがECU22によって判定され（ステップS129）、「1」がセットされていなければ、現在の補正後残容量C_rが次のように演算される。

【0096】前記補正後残容量C_rの演算方法は、充電開始から積算された積算充電量C_cに前記ステップS110、S114またはS116でRAM44に記憶された充電効率Mが乗算されて充電量（C_c × M）がECU22によって求められ、この充電量（C_c × M）と補正前残容量C_tの初期値とから現在の補正前残容量C_tが演算される（（7）式参照）（ステップS130）。

【0097】

$$C_t \leftarrow C_t + C_c \times M \quad \dots (7)$$

次いで、ステップS118で読み出された温度補正容量C_Tと、前述の充電モードで演算されてRAM44の残容量補正データ記憶部44fに記憶された劣化補正容量C_Rおよび暫定補正容量C_{TM}とで補正前残容量C_tを補正した補正後残容量C_rが演算され（（8）式参照）（ステップS132）、この演算された補正後残容量C_rによって、残容量表示計52に表示された補正前残容量C_tの値が補正される（図19（リ）参照）（ステップS133）。

【0098】このように、充電されることにより1分毎に残容量表示計52に表示されるバッテリ12の残容量Cが順次増加する。

【0099】

$$C_r \leftarrow C_t - C_T - C_R - C_{TM} \quad \dots (8)$$

一方、ステップS128の判定において、積算充電量C_c > 目標充電量であるとき、積算充電量C_cが目標充電量に達したと判定されて、充分に充電がなされたと判定され、ECU22から出力される信号によって充電器1

4からバッテリ12に対する充電電流 I_c の通電が停止されて(ステップS134)、充電モードが終了する。

【0100】ステップS129における判定の結果、「1」がセットされていれば積算充電量 C_c が目標充電量に達したと判定されてステップS134における通電停止が実行される。

【0101】この充電モードを終了するか否かの判定に用いられる満充電フラグは、所定の期間、例えば、30分毎に実行される満充電判定サブルーチンの判定結果によってセットされる。

【0102】次に、この満充電判定サブルーチンについて以下に説明する。

【0103】現在の充電電流 I_{cn} がECU22に読み取られ、この充電電流 I_{cn} と30分前、すなわち、前回の充電電流 I_{cn-1} との差が1アンペア以内か否かが判定され(ステップS138)、1アンペア以内であれば、この30分間に充電電流 I_c が第1の電流値 I_1 から第2の電流値 I_2 に変化しなかったと判定される。

【0104】次いで、現在の充電電流 I_{cn} が設定値、例えば、10アンペア以下か否かがECU22に判定され(ステップS139)、10アンペア以下であれば第2の電流値 I_2 が通電されていると判定され(ステップS140)、さらに、現在のバッテリ電圧 E_n と前回測定のバッテリ電圧 E_{n-1} との差が設定値、例えば、1ボルト以下か否かが判定されて(ステップS141)、1ボルト以下であれば満充電と判定され、満充電フラグに「1」がセットされて(ステップS142)、再びステップS100から繰り返し実行され、ステップS128において満充電フラグに「1」がセットされていると判定されたとき、充電モードが終了する。

【0105】一方、ステップS141において1ボルト以下ではないと判定されたとき、満充電に達していないためバッテリ電圧 E が上昇していると判定され、次に、現在のバッテリ温度 T_n とRAM44のバッテリ温度記憶部44hに記憶されている前回測定のバッテリ温度 T_{n-1} との差が設定値、例えば、1°C以上か否かが判定され(ステップS144)、1°C以上であれば満充電と判定されてステップS142において満充電フラグに「1」がセットされる。

【0106】すなわち、バッテリ12では充電状態が満充電に達すると、バッテリ電圧 E の上昇率が低下し(図18B(イ)参照)、且つ、充電電流 I_c が熱に変換される割合が高くなるため、バッテリ温度 T が上昇する。従って、第2の電流値 I_2 が通電される期間であって、バッテリ電圧 E の変化が1ボルト以内か、若しくは、バッテリ温度 T の変化が1°C以上の場合に満充電に達したと判定される。

【0107】一方、前記ステップS138において検出された現在の充電電流 I_{cn} とRAM44に記憶されている前回測定の充電電流 I_{cn-1} との差が1アンペア以内で

はないとき、およびステップS139において充電電流 I_c が10アンペア以内ではないとECU22によって判定されたとき、第1の電流値 I_1 が通電される期間と判定され(ステップS146)、ステップS141以降が実行される。さらに、前記ステップS141の判定で現在のバッテリ電圧 E_n と前回測定のバッテリ電圧 E_{n-1} との差が1ボルト以内ではなく、且つステップS144の判定で現在のバッテリ温度 T_n とRAM44のバッテリ温度記憶部44hに記憶されている前回測定のバッテリ温度 T との差が1°C以上ではないとき、満充電ではないと判定されて満充電フラグに「0」がセットされ(ステップS148)、再びステップS100から繰り返し実行される。

【0108】以上説明したように、満充電に達したと判定されたにも拘らず、残容量Cの表示が満充電容量 C_F の表示と同一のレベルに達していない場合は、残容量Cの表示位置と満充電容量 C_F の表示位置との差から充電時におけるバッテリ12の劣化量の判定が可能となる(図19のL1参照)。

【0109】さらに、満充電に達したと判定されたときのバッテリ温度 T の表示と、残容量Cの表示との差によって(図19のL2参照)、バッテリ12の総合的な劣化量の判定が可能となる。

【0110】なお、充電モードでは、イグニッションスイッチ30に挿入されたイグニッションキーがドライバーによって電気系統を駆動する位置まで回転されたときそれぞれの表示計50、52、54にデータが表示される。

【0111】次に、放置モードにおけるバッテリ12の残容量Cを検出する方法について、図20および図21のフローチャートを参照して説明する。

【0112】ドライバーによってイグニッションスイッチ30からイグニッションキーが抜かれて放電モードが終了するか、若しくは、充電コネクタ26が外されて充電モードが終了すると、ECU22によって放置モードと判定され(ステップS200)、この放置モードと判定された際のバッテリ電圧 E が放置モードの初期バッテリ電圧 E_{B1} として読み取られる(ステップS202)。

【0113】次いで、放置モードと判定されてからの経過時間 t が15分に達したか否かがECU22によって判定され(ステップS204)、15分に達したときバッテリ電圧 E_{B2} または E_{B3} が読み取られ(ステップS206)、このバッテリ電圧 E_{B2} または E_{B3} が初期バッテリ電圧 E_{B1} から0.1ボルト以上上昇したか否かが判定され(ステップS208)、0.1ボルト以上上昇していない場合は直前のモードが充電モードであったとECU22に判定されて(ステップS210)、直前モードフラグに「1」がセットされる(ステップS212)。

【0114】一方、バッテリ電圧 E_{B2} または E_{B3} が初期バッテリ電圧 E_{B1} から0.1ボルト以上上昇した場合

は、直前のモードが放電モードであったと ECU22 に判定されて（ステップ S214）、直前モードフラグに「0」がセットされる（ステップ S216）。

【0115】この場合、図22に示すように、充電モード終了後のバッテリ電圧Eは下降し、所定時間 t_x 経過後に安定する傾向にあり、一方、放電モード終了後のバッテリ電圧Eは放電終了直後から上昇する傾向にあるため、1.5分経過後のバッテリ電圧E_{B2} またはE_{B3} が初期バッテリ電圧E_{B1} から上昇したか否かによって直前のモードが判定される。

【0116】次いで、放置モードと判定されてからの経過時間 t が30分に達したか否かが ECU22 に判定され（ステップ S218）、30分に達した場合は直前モードフラグが「1」か否か、すなわち、直前が充電モードか否かが判定され（ステップ S220）、直前が充電モードであった場合は、このときのバッテリ電圧E_{B2} が電圧検出器18を介して読み取られ、さらに、このときの1個当たりのバッテリ電圧E_{BB} が演算される（ステップ S222）。

【0117】前記1個当たりのバッテリ電圧E_{BB} に基づいて所定時間 t_x 経過後に安定すると予測される1個当たりのバッテリ電圧E_{BB} がテーブルT5から ECU22 によって読み出され（ステップ S224）、さらに、この安定時の予測されるバッテリ電圧E_{BB} に基づいてバッテリ12の補正前残容量C_t がテーブルT1から読み出され、RAM44の補正前残容量記憶部44eに記憶される（ステップ S226）。

【0118】一方、ステップ S218 の判定で経過時間 t が30分ではないとき、経過時間 t が30分未満か否かが判定され（ステップ S228）、30分を越えたとき、経過時間が180分を越えたか否かが判定され（ステップ S232）、180分を越えていないとき、すなわち、経過時間 t が30分を越え、且つ、180分未満のとき、直前モードフラグの内容が ECU22 に読み取られて直前が充電モードか否かが判定され（ステップ S234）、直前モードフラグの内容が「1」のとき、すなわち、充電モードのとき前記ステップ S224 以降が実行され、安定時の予測されるバッテリ電圧E_{BB} に基づいてバッテリ12の補正前残容量C_t がテーブルT1から読み出され、RAM44の補正前残容量記憶部44eに記憶される。

【0119】この場合、補正前残容量C_t がテーブルT1から読み出されることにより、充電後の下降中のバッテリ電圧Eに基づいて補正前残容量C_t を求めることなく、安定時の予測されるバッテリ電圧E_{BB} に基づいて補正前残容量C_t を求め、例えば、この直後に充電がなされたときの充電量の不足を防止する。

【0120】一方、ステップ S232 の判定で180分を越えたとき、およびステップ S234 の判定で直前モードフラグの内容が「1」ではないとき、すなわち、充

電モードではないとき、所定のサンプリングタイム毎にバッテリ電圧Eが読み取られ（ステップ S235）、このバッテリ電圧Eにおけるバッテリ12の補正前残容量C_t が、ステップ S226において LUT46 に記憶されたテーブルT1から読み出される。この補正前残容量C_t によって RAM44 の補正前残容量記憶部44eに記憶されている直前の補正前残容量C_t が更新される。

【0121】前記テーブルT1から補正前残容量C_t が読み出されたとき、放置フラグに「1」がセットされる（ステップ S236）。この放置フラグ「1」は充電モードにおいて演算された補正前残容量C_t 、若しくは、放電モードにおいて演算された補正前残容量C_t の中、充電量 ΔC_c の積算若しくは放電量 ΔC の積算による補正前残容量C_t の積算誤差がキャンセルされたことを示す。

【0122】すなわち、放電量 ΔC の積算によって補正前残容量C_t を求めるとき、放電電流I_D の1分間の平均放電電流I_{DA} を演算するが、この平均放電電流I_{DA} を求める際に誤差が生じ、この誤差が積算されることにより演算された補正前残容量C_t に積算誤差が発生する。一方、テーブルT1から読み出された補正前残容量C_t によって前記放電量 ΔC の積算誤差が含まれる補正前残容量C_t が更新されるとき、補正前残容量C_t の積算誤差がキャンセルされることとなる。

【0123】ステップ S228 の判定で30分未満と判定されたとき、後述するステップ S237において温度補正容量C_T の演算がなされる。

【0124】一方、経過時間 t が180分を越えた期間と、30分を越えて180分未満の期間であって、且つ直前が充電モードではないとき、所定のサンプリングタイム毎に検出されたバッテリ電圧Eから1個当たりのバッテリ電圧E_{BB} が演算され、この1個当たりのバッテリ電圧E_{BB} に基づいた補正前残容量C_t がテーブルT1から読み出される。

【0125】前記ステップ S220 の判定において、直前モードフラグが「1」ではないとき、直前が放電モードと ECU22 に判定され、ステップ S228 以降が実行される。

【0126】次いで、温度検出器20を介してバッテリ温度Tが ECU22 に読み取られ、このバッテリ温度Tに基づいて LUT46 に記憶されたテーブルT2から温度補正容量C_T が読み出され（ステップ S237）、この温度補正容量C_T と、前述の充電モードで演算されて RAM44 の残容量補正データ記憶部44fに記憶された劣化補正容量C_R および暫定補正容量C_{TR} とによって補正前残容量C_t を補正した補正後残容量C_r が演算され（ $C_r \leftarrow C_t - C_T - C_R - C_{TR}$ ）（ステップ S238）、演算された補正後残容量C_r が残容量表示計52に表示される（ステップ S239）。この1分毎に演算される補正後残容量C_r によって残容量表示計52に表

示される補正後残容量 C_r が順次更新される(ステップS240)。

【0127】一方、温度検出器20を介してECU22に読み取られたバッテリ温度Tが温度表示器50に表示され、且つ読み取られたバッテリ温度Tに基づいてテーブルT7からバッテリ12の満充電容量 C_F が読み出され、この満充電容量 C_F が放電時若しくは充電時において、残容量補正データ記憶部44fに記憶された劣化補正容量 C_R で補正される。前記補正後の満充電容量 C_F がECU22によって満充電容量表示計54に表示される(ステップS241)。

【0128】次いで、ECU22によって放電モードと判定されるか(ステップS242)、若しくは充電モードと判定されるまで(ステップS243)、ステップS202以降が繰り返し実行され、前記補正後残容量 C_r が演算される。

【0129】以上説明したように、放置モードにおいては、放置された状態で自然に放電することにより生ずるバッテリ12の残容量Cの低下が残容量表示計52に表示されるため、ドライバーはバッテリ12の最新の残容量Cを読み取ることができる。

【0130】さらに、放置モードにおいても、前述の放電モードおよび充電モードの場合と同様に温度表示計50に表示されたバッテリ温度Tの位置と満充電容量表示計54に表示された満充電容量 C_F の位置との差からバッテリ12の劣化量の判定が可能となる。

【0131】次に、バッテリ温度Tおよび劣化量が設定値を越えた場合に、これを表示するワーニングサブルーチンについて図23のフローチャートを参照して以下に説明する。

【0132】バッテリ温度Tが予めRAM44のしきい値記憶部44aに記憶された充電に適した最低温度(充電最低温度) T_{min} 以上か否かを判定し(ステップS300)、バッテリ温度T > 充電最低温度 T_{min} であれば、バッテリ温度Tが予めRAM44のしきい値記憶部44aに記憶された充電に適した最高温度(充電最高温度) T_{max} 以下か否かを判定する(ステップS302)。

【0133】この判定の結果、バッテリ温度T < 充電最高温度 T_{max} であれば、バッテリの劣化量が予めRAM44のしきい値記憶部44aに記憶された劣化の許容量以内か否かを判定し(ステップS304)、許容量以内であればステップS10以降において、残容量Cの検出および検出された残容量Cの表示等を繰り返し実行する。

【0134】前記ステップS300において、バッテリ温度T > 充電最低温度 T_{min} ではないと判定されたとき、バッテリ12が充電に適さない低温度であると判定して、満充電容量表示計54に表示された満充電容量表示を消灯させ(図24A(カ)参照)、且つ、温度表示

計50の最下部の表示器を点滅させて(図24A(ヨ)参照)(ステップS306)、ステップS304でバッテリ12の劣化量の判定を実行する。

【0135】一方、前記ステップS302においてバッテリ温度T < 充電最高温度 T_{max} ではないと判定されたとき、バッテリ12が充電に適さない高温度であるとして、満充電容量表示計54に表示された満充電容量表示を消灯させ(図24B(タ)参照)、且つ、温度表示計50の全ての表示器を点灯させ、さらに、温度表示計50の最上部の表示器を点滅させて(図24B(レ)参照)(ステップS308)、ステップS304以降を実行する。

【0136】前記ステップS304において、バッテリ12の劣化量が劣化許容量よりも小さくないと判定されたとき、満充電容量表示計54の表示部を全て点滅させる(図25(ゾ)参照)(ステップS310)。

【0137】このように、ワーニングサブルーチンでは、充電モードにおいて、バッテリ温度Tが充電に適した温度範囲か否かを判定し、充電に適した温度範囲でなければ、満充電容量表示計54および温度表示計50にワーニング表示をし、且つバッテリ12の劣化量が設定値を越えた場合は、満充電容量表示計54の表示部を点滅させてバッテリ12が寿命に達したことを知らせる。

【0138】なお、このワーニングサブルーチンは放電モードおよび放置モードにおいても実行され、夫々のモードにおいてバッテリ温度Tの状態とバッテリ12の劣化状態がワーニング表示される。

【0139】

【発明の効果】本発明に係る電気自動車用バッテリの残容量表示装置では、バッテリの残容量をデジタル式のバーグラフの表示器によって表示するため、バッテリの残容量を指針型のメータで表示する場合に生ずる誤差の発生を抑止し、高い精度で残容量を表示することが可能となる。

【0140】さらに、バッテリ温度の表示に対応して満充電容量を表示することにより、これらの表示のレベル差によってバッテリの劣化状態を表示することができ、さらにまた、満充電容量の表示に対応してバッテリの残容量を表示することにより、これらの表示のレベル差によって満充電容量に対する残容量を表示することができる。さらに、充電終了時のバッテリ温度の表示位置と残容量の表示位置のレベル差によってバッテリの総合的な劣化状態を表示することができるという効果が得られる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明に係る電気自動車用バッテリの残容量検出方法を実施するためのバッテリ残容量表示装置の構成を示すブロック図である。

【図2】図1の実施例におけるRAMに配置される夫々の記憶部を説明する図である。

【図3】図3Aは図1の実施例におけるLUTに記憶される1個当たりのバッテリ電圧とバッテリ残容量との関係を示すテーブルの内容を説明するグラフであり、図3Bは図1の実施例におけるLUTに記憶されるバッテリ温度と温度補正容量との関係を示すテーブルの内容を説明するグラフである。

【図4】図4Aは図1の実施例におけるLUTに記憶される1分間の平均放電電流と電流補正容量との関係を示すテーブルの内容を説明するグラフであり、図4Bは図1の実施例におけるLUTに記憶される1個当たりのバッテリ電圧と充電効率との関係を示すテーブルの内容を説明するグラフである。

【図5】図5Aは図1の実施例におけるLUTに記憶される放置30分後の1個当たりのバッテリ電圧と安定時に予測される1個当たりのバッテリ電圧との関係を示すテーブルの内容を説明するグラフであり、図5Bは図1の実施例におけるLUTに記憶されるバッテリ温度と温度補正係数との関係を示すテーブルの内容を説明するグラフである。

【図6】図1の実施例におけるLUTに記憶されるバッテリ温度と満充電容量との関係を示すグラフである。

【図7】本発明に係る実施例の放電モードにおいて、バッテリの残容量を検出する方法を説明するメインフローチャートである。

【図8】放電モードにおける温度表示計に表示されるバッテリ温度と残容量表示計に表示されるバッテリの残容量と満充電容量表示計に表示される満充電容量との関係を説明する図である。

【図9】本発明に係る実施例の放電モードにおいて、放電電流と放電中のバッテリ電圧との関係を説明する図である。

【図10】図7に示す放電モードのメインフローチャートにおける劣化補正值演算サブルーチンを説明するフローチャートである。

【図11】図7に示す放電モードのメインフローチャートにおける劣化補正值演算サブルーチンを説明するフローチャートである。

【図12】図7に示す放電モードのメインフローチャートにおける劣化補正值演算サブルーチンを説明するフローチャートである。

【図13】図7に示す放電モードのメインフローチャートにおける劣化補正值演算サブルーチンを説明するフローチャートである。

【図14】図7に示す放電モードのメインフローチャートにおける劣化補正值演算サブルーチンを説明するフローチャートである。

【図15】本発明に係る実施例に用いられるバッテリの充放電サイクル数に対する定格容量の変化を説明するグ

ラフである。

【図16】本発明に係る実施例において、充電モードにおけるバッテリの残容量を検出する方法を説明するフローチャートである。

【図17】本発明に係る実施例において、充電モードにおけるバッテリの残容量を検出する方法を説明するフローチャートである。

【図18】図18Aは充電器からバッテリに対して供給される充電電流の波形を説明するグラフであり、図18Bは図18Aに示す充電電流でバッテリが充電される際のバッテリ電圧の変化を説明するグラフである。

【図19】充電モードにおいて、温度表示計に表示されるバッテリ温度と残容量表示計に表示されるバッテリの残容量と満充電容量表示計に表示される満充電容量との関係を説明する図である。

【図20】本発明に係る実施例において、放置モードにおけるバッテリの残容量を検出する方法を説明するフローチャートである。

【図21】本発明に係る実施例において、放置モードにおけるバッテリの残容量を検出する方法を説明するフローチャートである。

【図22】本発明に係る実施例において、放置された経過時間に対するバッテリ電圧の変化を説明するグラフである。

【図23】図1に示す実施例において、バッテリ温度とバッテリの劣化に対するワーニング表示を説明するフローチャートである。

【図24】図24Aは図23のフローチャートにおいて、バッテリ温度の低下を検出した場合のワーニング表示を説明する図であり、図24Bは図23のフローチャートにおいて、バッテリ温度の上昇を検出した場合のワーニング表示を説明する図である。

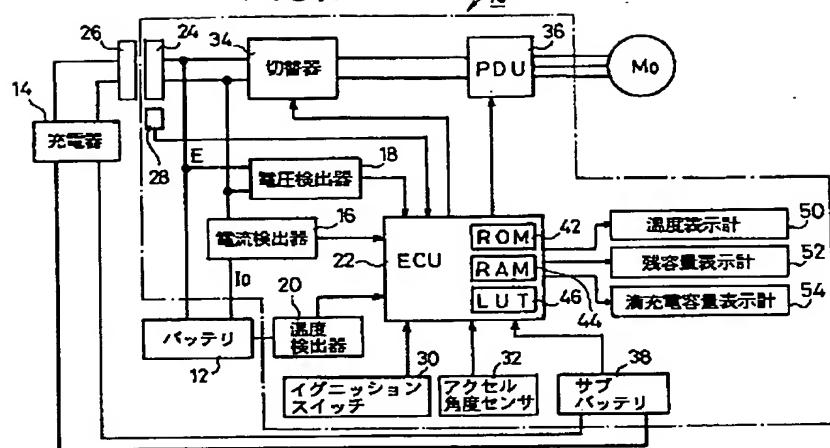
【図25】図23のフローチャートにおいて、バッテリの劣化を検出した場合のワーニング表示を説明する図である。

【符号の説明】

10…バッテリ残容量表示装置	12…バッテリ
14…充電器	16…電流検出器
18…電圧検出器	20…温度検出器
22…ECU	24…被充電コネクタ
26…充電コネクタセンサ	28…接続検出器
34…切替器	44…RAM
46…LUT	Mo…モータ

【図1】

FIG.1



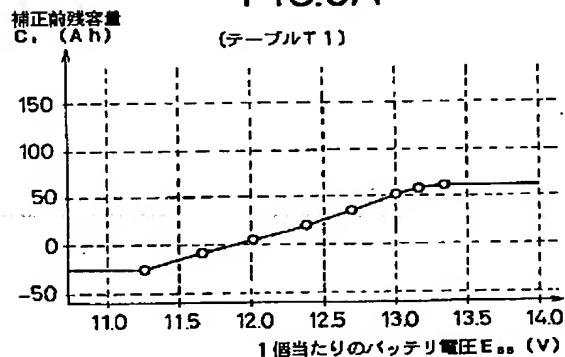
【図2】

FIG.2

しきい値記憶部	44a
放電電流データ記憶部	44b
バッテリ電圧データ記憶部	44c
しきい値 E ₁ 以下回数記憶部	44d
補正前残容量記憶部	44e
残容量補正データ記憶部	44f
最小放電電流記憶部	44g
バッテリ温度記憶部	44h
充電効率記憶部	44i
最大出力密度記憶部	44j
平均最大出力密度記憶部	44k
補正後残容量記憶部	44l

【図3】

FIG.3A



【図4】

FIG.4A

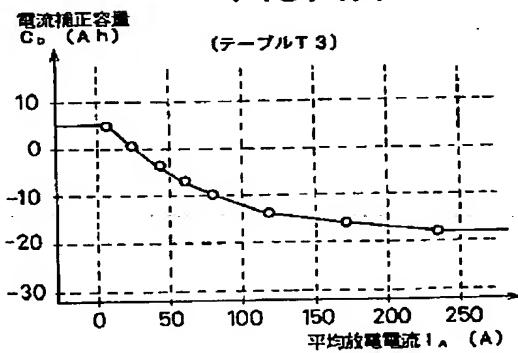


FIG.3B

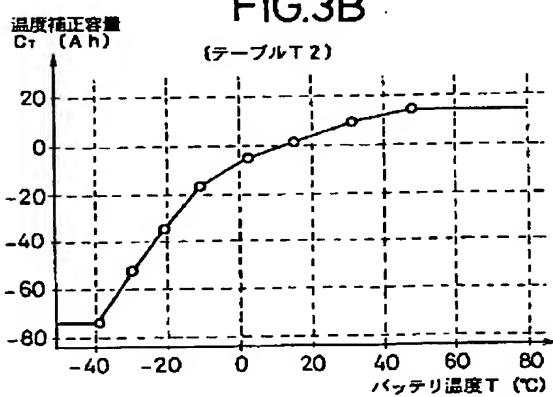
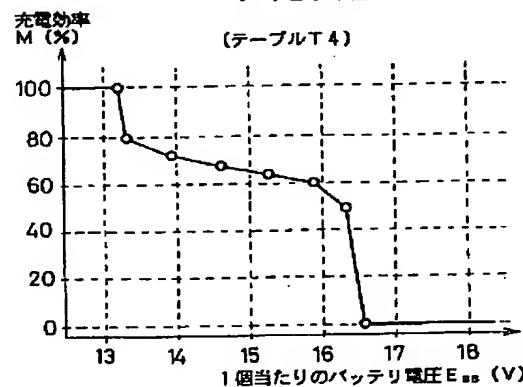
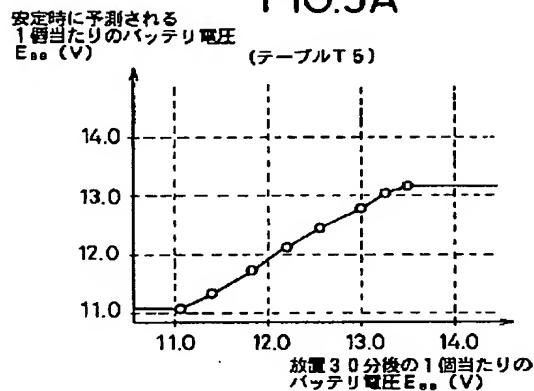


FIG.4B



【図5】

FIG.5A



【図6】

FIG.6

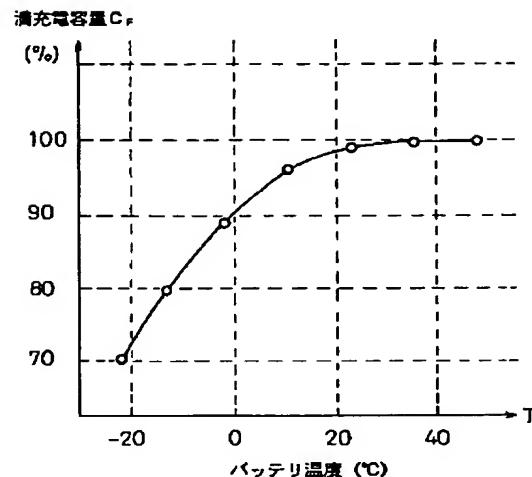
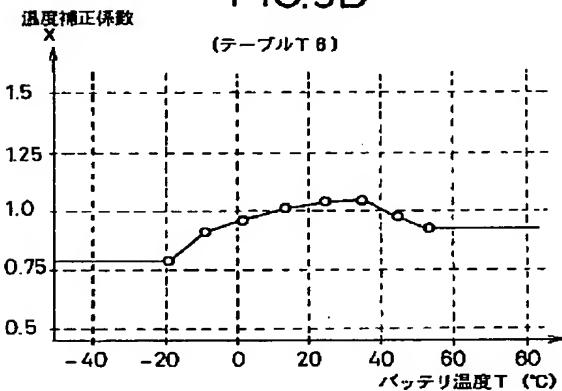
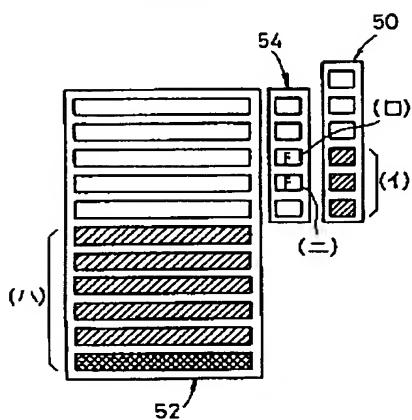


FIG.5B



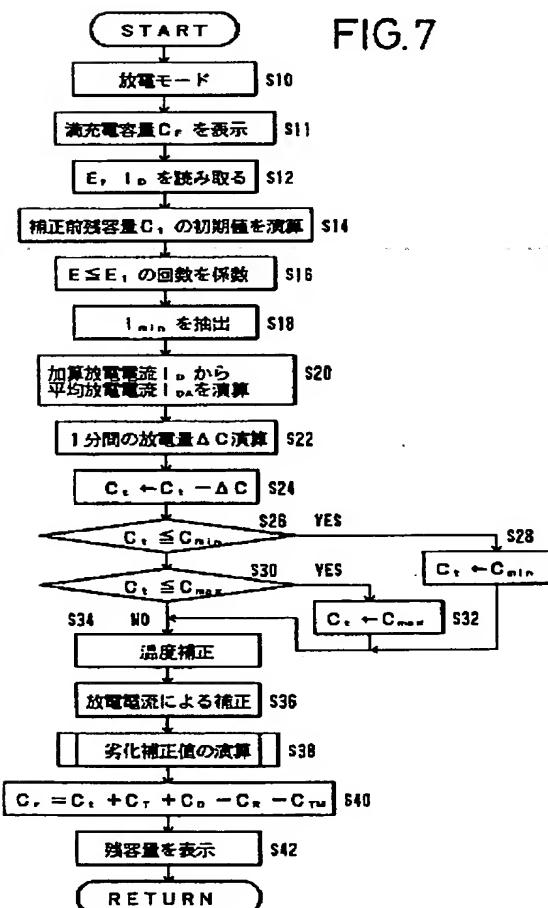
【図8】

FIG.8



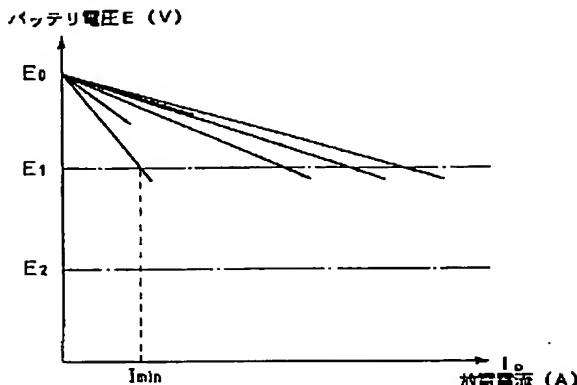
【図7】

FIG.7



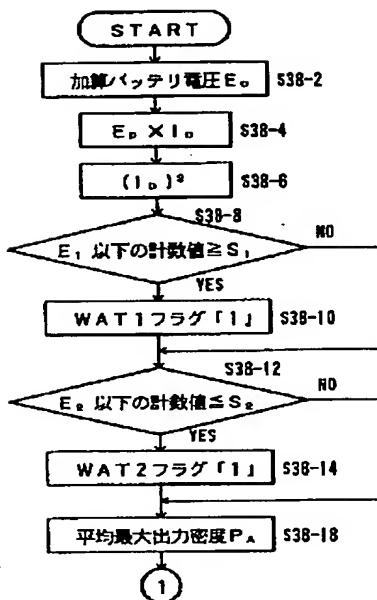
【図9】

FIG.9



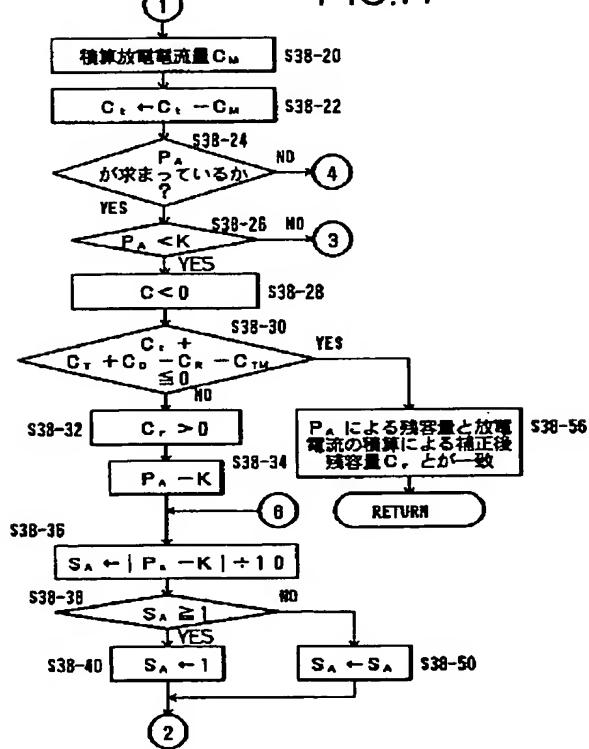
【図10】

FIG.10



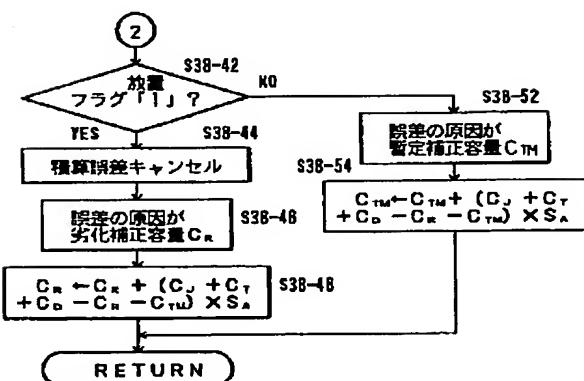
【図11】

FIG.11



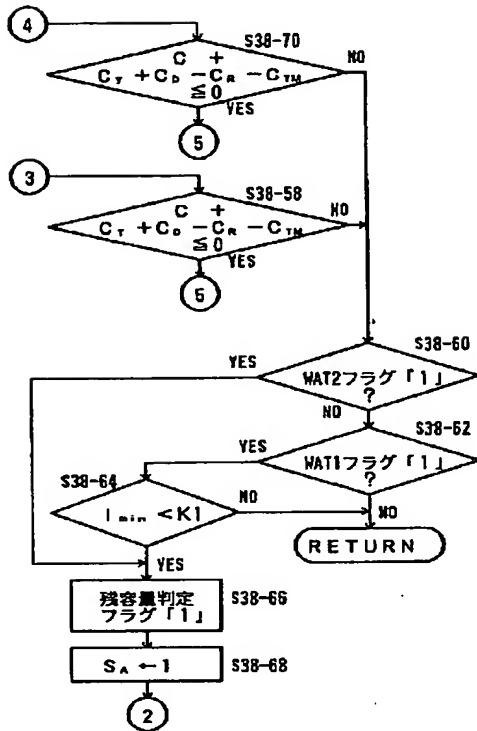
【図12】

FIG.12



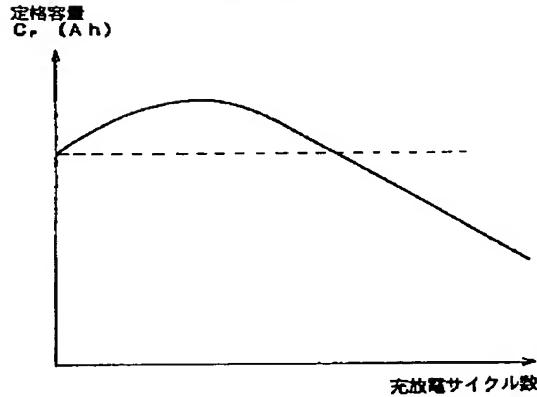
【図13】

FIG.13



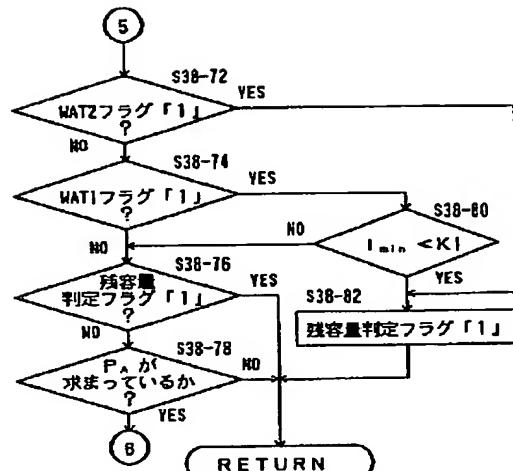
【図15】

FIG.15



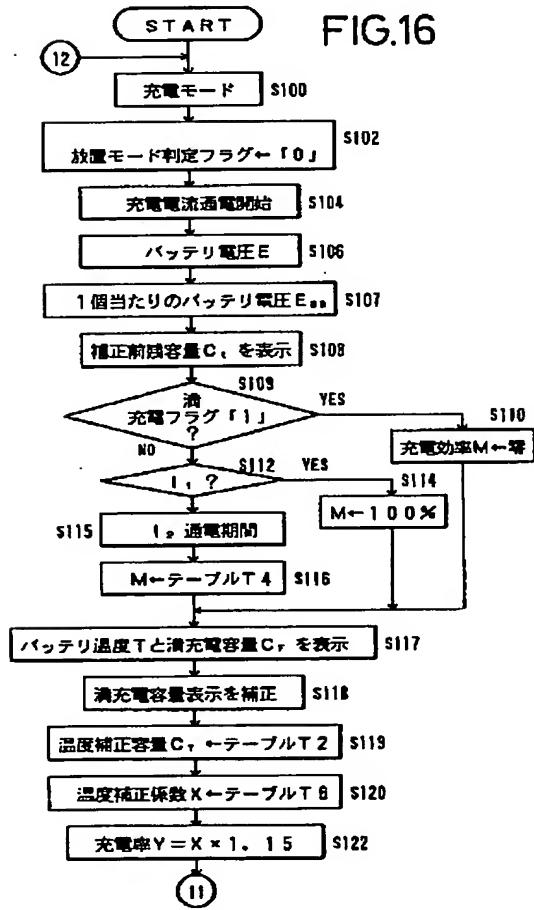
【図14】

FIG.14



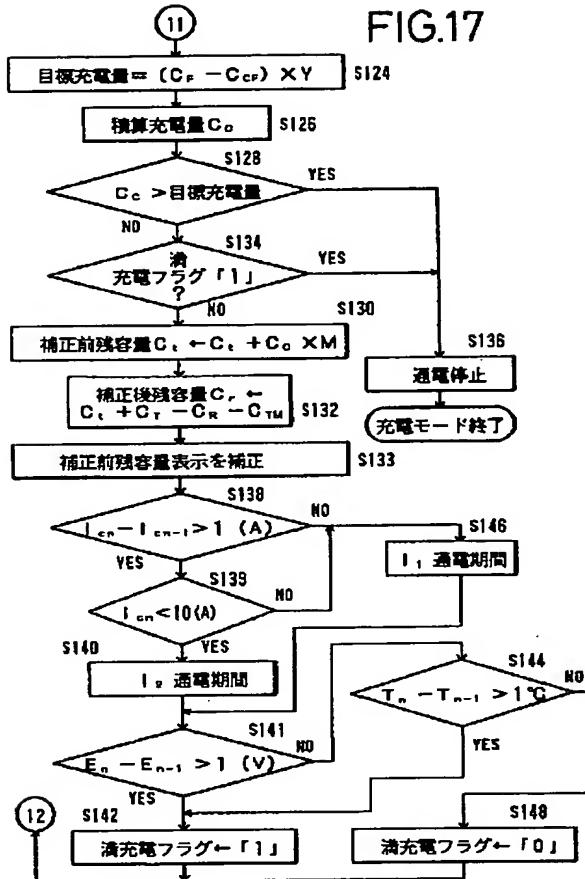
【図16】

FIG.16



【図17】

FIG.17



【図18】

FIG.18A

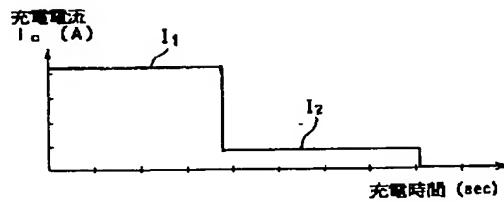
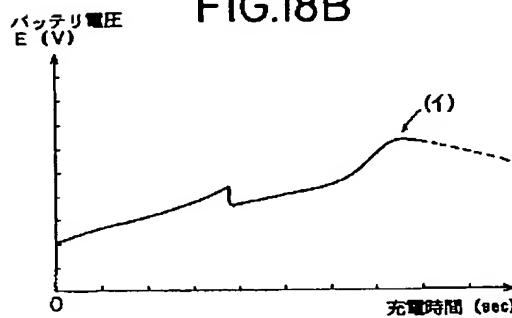


FIG.18B



【図19】

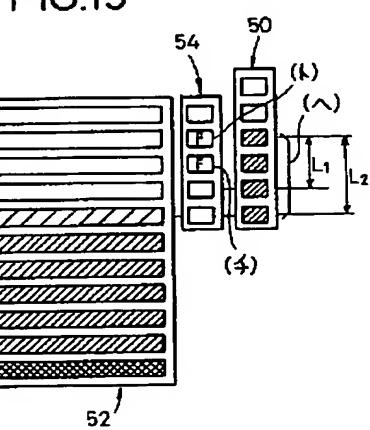
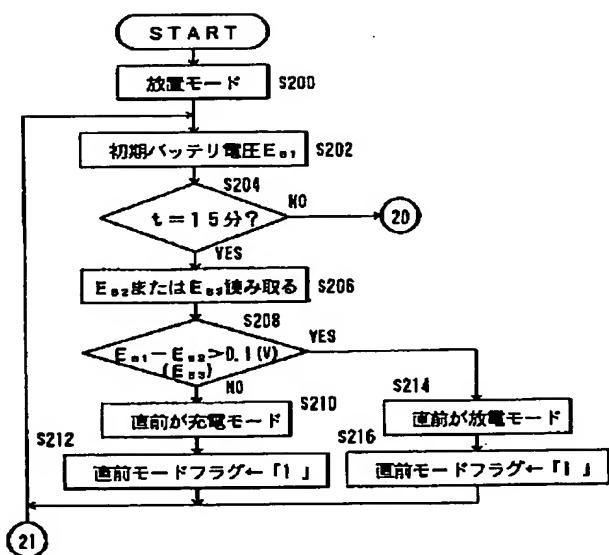


FIG.19

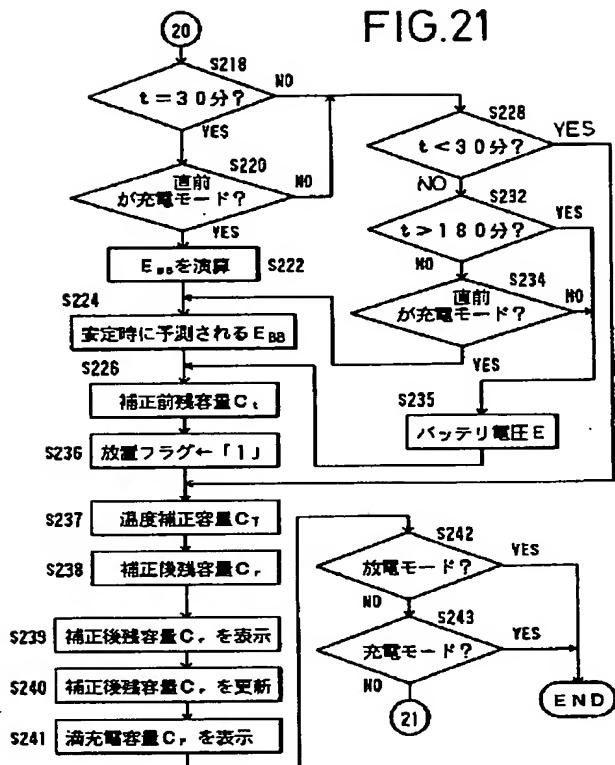
【図20】

FIG.20



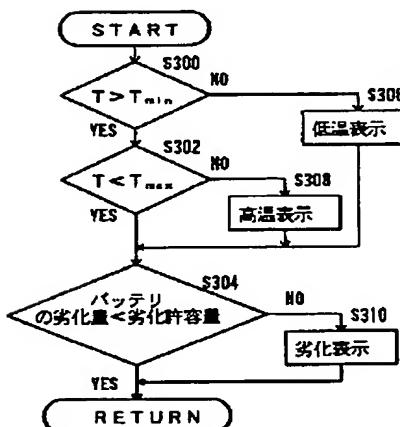
【図21】

FIG.21



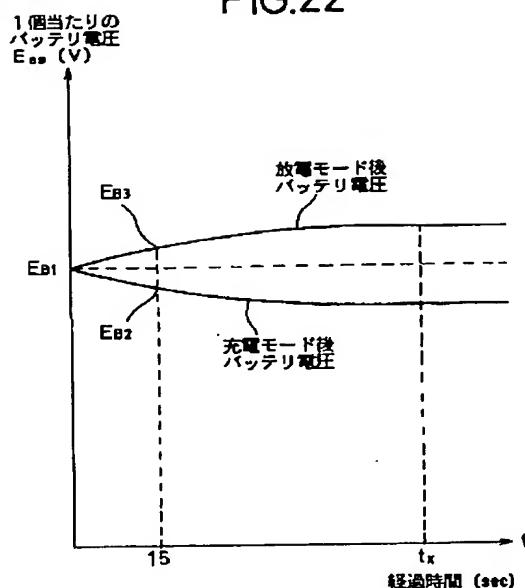
【図23】

FIG.23



【図22】

FIG.22



【図24】

FIG.24A

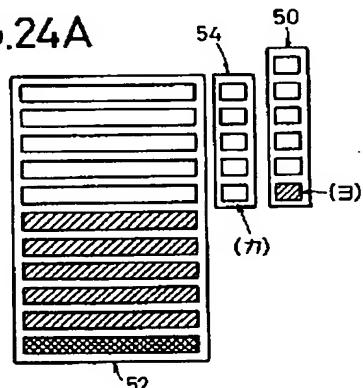
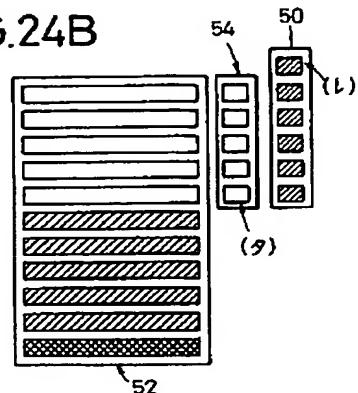


FIG.24B



【図25】

FIG.25

